

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 11214744

(43)Date of publication of application: 06.08.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number: 10013867

(71)Applicant:

NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing: 27.01.1998

(72)Inventor:

YANAGIMOTO TOMOYA

NAGAHAMA SHINICHI

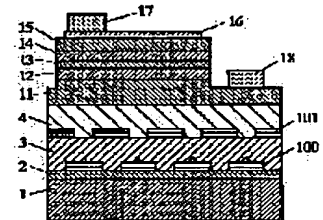
NAKAMURA SHUJI

(54) NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-RECEIVING ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a laser element of a structure, wherein light which leaks mainly in the side of a substrate is effectively made to reflect to improve the light extraction efficiency of a light-emitting element and at the same time, effective reflecting mirrors, which are used as resonators, are provided in the interior of a semiconductor layer.

SOLUTION: First, reflecting mirrors 100, which are not grown with a nitride semiconductor film on the surfaces thereof or have a property to hardly grow the nitride semiconductor film on the surfaces thereof and make light emission from an active layer reflect, are partially formed on a base layer consisting of a first nitride semiconductor layer 2 formed on a heterosubstrate 1, consisting of a material different from a nitride semiconductor material. Moreover, a second nitride semiconductor layer 3 grown in such a way that the layer 3 reaches from the window parts of the mirrors 100 to the surface of the mirrors 100 is used as a substrate, and a plurality of nitride semiconductor layers including at least the active layer are laminated on the substrate, whereby the light emission from the active layer is made to be reflected upwards by the mirrors 100.



LEGAL STATUS

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-214744

(43)公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51)Int.Cl.⁸

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

A

C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平10-13867

(22)出願日

平成10年(1998) 1月27日

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 柳本 友弥

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72)発明者 長濱 慎一

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72)発明者 中村 修二

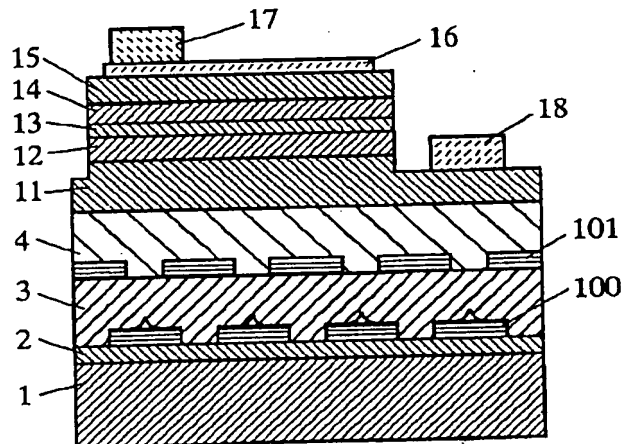
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 窒化物半導体発光素子

(57)【要約】

【目的】 主として基板側に漏れる光を有効に反射させて、発光素子の光取り出し効率を向上させることにあり、また半導体層内部に共振器となる有効な反射鏡を有するレーザ素子を実現することにある。

【構成】 窒化物半導体と異なる材料よりなる異種基板上に形成された第1の窒化物半導体よりなる下地層の上に、表面に窒化物半導体が成長しないか若しくは成長しにくい性質を有し、かつ活性層の発光を反射する第1の反射鏡が部分的に形成されており、さらにその第1の反射鏡の窓部から、その反射鏡の表面に至るように成長された第2の窒化物半導体を基板として、その基板の上に少なくとも活性層を含む複数の窒化物半導体層が積層されることにより、第1の反射鏡で活性層の発光を上方に反射させる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒化物半導体と異なる材料よりなる異種基板上に形成された第1の窒化物半導体よりなる下地層の上に、表面に窒化物半導体が成長しないか若しくは成長しにくい性質を有し、かつ活性層の発光を反射する第1の反射鏡が部分的に形成されており、さらにその第1の反射鏡の窓部から、その反射鏡の表面に至るように成長された第2の窒化物半導体を基板として、その基板の上に少なくとも活性層を含む複数の窒化物半導体層が積層されてなることを特徴とする窒化物半導体発光素子。

【請求項2】 前記第2の窒化物半導体層の上に第2の反射鏡が部分的に形成され、その第2の反射鏡の窓部から、第2の反射鏡の表面に至るように成長された第3の窒化物半導体を基板として、その基板の上に少なくとも活性層を含む複数の窒化物半導体層が成長されてなることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項3】 前記第2の反射鏡は、第1の反射鏡の窓部の位置に対応した第2の窒化物半導体層の上に形成されていることを特徴とする請求項2に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項4】 前記反射鏡の面積が、窓部の面積よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は発光ダイオード（LED）、レーザダイオード（LD）、スーパーluminescentダイオード（SLD）等々に使用される窒化物半導体（ $\text{In}_a\text{Al}_b\text{Ga}_{1-a-b}\text{N}$ 、 $0 \leq a$ 、 $0 \leq b$ 、 $a+b \leq 1$ ）よりなる発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】窒化物半導体は青色LED、緑色LEDとして既に実用化されている。これらLEDはサファイア基板上にn型、p型の窒化物半導体が積層されたダブルヘテロ構造を有し、活性層は量子井戸構造の窒化物半導体層を有している。LEDを構成する窒化物半導体発光素子は、このサファイア基板側を発光観測面側とする場合と、窒化物半導体層側を発光観測面側とする場合の2種類の態様に分けられる。一般に窒化物半導体は正と負の電極が同一面側に設けられているため、サファイア基板側を発光観測面とした場合、例えばリードフレームのような支持体に電極を接続する際に、チップサイズが大きくなり、ハンドリング性も悪くなる欠点があるが、透明なサファイアの性質を積極的に利用しているので、光取り出し効率が良くなるという利点がある。一方、窒化物半導体側を発光観測面とする場合、チップサイズも小さくすることができ、ハンドリング性も前者の場合に比べて非常に優れているが、サファイア基板側に漏れる光は、例えばリードフレームの接着剤に吸収されて光取

2

り出し効率が悪くなるという欠点がある。一般に市販されているLEDは、ハンドリング性の良い後者の方が選択されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】後者の場合、サファイア基板側に漏れる光を反射させるために、サファイア基板表面に光反射膜を形成する技術も提案されているが、この技術では未だ十分満足できるものではなかった。また、面発光レーザ素子のような半導体層内部に反射鏡を形成する技術において、サファイア基板側に反射鏡を設けると活性層との距離が大きすぎて、反射鏡を共振器とするのが難しい傾向にある。

【0004】本発明はこのような事情を鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、主として基板側に漏れる光を有効に反射させて、発光素子の光取り出し効率を向上させることにあり、また半導体層内部に共振器となる有効な反射鏡を有するレーザ素子を実現することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の発光素子は、窒化物半導体と異なる材料よりなる異種基板上に形成された第1の窒化物半導体よりなる下地層の上に、表面に窒化物半導体が成長しないか若しくは成長しにくい性質を有し、かつ活性層の発光を反射する第1の反射鏡が部分的に形成されており、さらにその第1の反射鏡の窓部から、その反射鏡の表面に至るように成長された第2の窒化物半導体を基板として、その基板の上に少なくとも活性層を含む複数の窒化物半導体層が積層されてなることを特徴とする。

【0006】さらに、本発明の発光素子は、前記第2の窒化物半導体層の上に第2の反射鏡が部分的に形成され、その第2の反射鏡の窓部から、第2の反射鏡の表面に至るように成長された第3の窒化物半導体を基板として、その基板の上に少なくとも活性層を含む複数の窒化物半導体層が成長されてなることを特徴とする。

【0007】前記第2の反射鏡は、第1の反射鏡の窓部の位置に対応した第2の窒化物半導体層の上に形成されていることが望ましい。なお、本発明において、異種基板、第1の反射鏡、下地層、第2の窒化物半導体より上の活性層を含む窒化物半導体層と第2の窒化物半導体とは必ずしも接して形成されている必要はなく、例えば窒化物半導体と異なる材料よりなる半導体層を、それらの間に成長させても良い。

【0008】また本発明の発光素子では、前記反射鏡の面積が、窓部の面積よりも大きいことを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の発光素子において、異種基板から第2の窒化物半導体層を成長させるまでの各工程において得られる窒化物半導体ウェーハの構造を示す模式的な断面図である。

50

3

【0010】第2の窒化物半導体3よりなる基板を成長させるには、まず図1(a)に示すように、異種基板1の上に第1の窒化物半導体よりなる下地層2を成長させ、その下地層2の上に第1の反射鏡100を部分的に形成する。異種基板1は従来より提案されている窒化物半導体と異なる材料よりなり、その表面に例えばバッファ層を介して窒化物半導体が成長できる材料が選択される。その中でも、実用化されているサファイアの他、スピネル(MgAl₂O₄)、ZnO、GaAs、Si、SiC、窒化物半導体と格子整合する酸化物系基板等が提案されている。

【0011】下地層2は、例えば200℃～900℃の低温において、Al_xGa_{1-x}N (0≤x≤1)よりなるバッファ層を介して、そのバッファ層よりも高温で窒化物半導体を成長させることによって成長できる。本発明では、バッファ層を含めた窒化物半導体を含んで下地層という。つまり、下地層は複数の窒化物半導体層から成っていても良い。但し、下地層は異種基板の上に成長されるため、異種基板と下地層との熱膨張係数差、格子不整合等の要因により結晶欠陥が非常に多く、例えば貫通転位が10⁹個/cm²以上あり、窒化物半導体基板とならない。最も好ましい下地層としてはアンドープ若しくはn型不純物濃度が1×10¹⁷/cm³以下のGaNをバッファ層を介して成長させる。なお、下地層と異種基板との間に例えばZnO等の窒化物半導体と異なる半導体よりなるバッファ層を成長させることもできる。

【0012】下地層2の上に形成する第1の反射鏡100は、活性層の発光を上部に反射させる作用を有すると共に、反射鏡の窓部から反射鏡の表面に至るように横方向に成長する第2の窒化物半導体層の結晶欠陥を少なくする作用を有する。反射鏡は、例えばストライプ状、ドット状、碁盤目状等、下地層の上に部分的に形成すればどのような形状でも良いが、好ましくはストライプ状に形成する。反射鏡の材料としては、窒化物半導体とその反射鏡の表面に成長しないか若しくは成長しにくい性質を有する材料で、活性層の発光を活性層側に反射させる材料であれば、どのような材料でも良く、例えばSiO₂、SixNy、TiO₂、TixNy、ZrO₂等の誘電体より成る多層膜が選択できる。これら誘電体を例えばλ/4n (λ:発光波長、n:誘電体の屈折率)となるように積層することにより反射鏡として作用する。またPt、Ni、Cr、Ag等のように、例えば銀白色の金属で活性層の発光を反射して、表面に窒化物半導体が成長しにくい性質を有する金属でもよい。なお、反射鏡は、誘電体多層膜、金属等が第2の窒化物半導体の成長温度に耐える融点を有している材料を選択することが望ましい。

【0013】第1の反射鏡100は図1に示すように異種基板1の上に成長した第1の窒化物半導体よりなる下地層の上に形成されているが、異種基板1の上に直接形

4

成することもできる。例えば異種基板1にサファイアを使用した場合には、サファイアの上に第1の窒化物半導体2を成長させることが、より結晶欠陥の少ない第2の窒化物半導体3を成長させる上で望ましい。一方、基板に窒化物半導体と格子整合した基板、格子定数の近い基板を用いる場合には、第1の反射鏡100を直接、異種基板に接して形成することも可能である。

【0014】次に図1(b)に示すように第2の窒化物半導体3を、前記反射鏡を形成した下地層の窓部から成長させる。反射鏡100は表面に窒化物半導体が成長しにくい性質を有しているため、第2の窒化物半導体3は窓部から成長しだし、(b)に示すように、第1の反射鏡100の上部では横方向に成長する。さらに成長を続けると、図1(c)に示すように、横方向及び縦方向に成長する第2の窒化物半導体がおおよそ反射鏡中央部の上部で繋がって、窒化物半導体基板となる。このように第2の窒化物半導体3を成長させると、下地層2の結晶欠陥が反射鏡で覆われていることにより、横方向に成長する第2の窒化物半導体の結晶欠陥は、下地層から伸びて
こなくなる。また窓部から伸びてくる結晶欠陥が第2の窒化物半導体層の途中で止まるため、第2の窒化物半導体層成長後、表面に現れる結晶欠陥は非常に少なくな
り、例えば10⁸個/cm²以下、さらには10⁷個/cm²以下になる。第2の窒化物半導体3は、アンドープ若しくはn型不純物濃度が1×10¹⁷/cm³以下のGaNを成長させることが結晶性の良い基板を作製する上で最も好ましい。

【0015】さらに好ましい態様として、図1(d)に示すように、第2の窒化物半導体層の上に、さらに第1の反射鏡と同様に第2の反射鏡101を形成し、この第2の反射鏡101の上部に、第3の窒化物半導体層4を同様にして成長させる。第2の反射鏡101を形成することにより、その第2の反射鏡の上部に成長させる第3の窒化物半導体4の結晶欠陥がさらに少なくなる。それは下地となる第2の窒化物半導体層3の結晶欠陥が少ないからである。好ましくは(d)に示すように、第2の反射鏡101の位置を、第1の反射鏡の窓部に対応した第2の窒化物半導体層3の表面に形成することにより、窒化物半導体層側から平面的に見て、全てが反射鏡で覆われた形となるため、光取り出し効率がさらに向上する。また例えば第2の窒化物半導体3の結晶欠陥が窓部に現れている場合には、その窓部を第2の反射鏡でさらに覆うため、第2の反射鏡の上に横方向に成長される第3の窒化物半導体層の結晶欠陥がさらに少なくなる。即ち第2の反射鏡101は結晶欠陥が表面に現れている第1の窒化物半導体層3の上に形成することが最も好ましい。但し、第3の反射鏡はランダムに形成してもよい。

【0016】本発明の反射鏡の作用は次の通りである。反射鏡の窓部から成長されて、反射鏡の表面で横方向に成長された窒化物半導体層は結晶欠陥が非常に少ない。

50

5

そのため、その窒化物半導体を基板とすることにより、その基板の上に成長させる活性層を含む複数の窒化物半導体層の結晶欠陥が窒化物半導体基板と同じように少なくなる。従って、発光素子を作製した際には、活性層に結晶欠陥が転位しないため、素子が長寿命となる。また逆方向の耐圧、リーク電流の電流特性等全ての面において向上する。しかも、反射鏡は活性層の発光を活性層側に反射させる作用もあるため、基板側に漏れる光が少なくなつて、半導体側を発光観測面とする発光素子では光取り出し効率が向上する。そのため、窓部の面積よりも反射鏡の面積を大きくすることにより、反射部が大きくなって光取り出し効率が向上すると共に、窓部から伸びる結晶欠陥の数も少なくなり、さらに好ましい発光素子が実現できる。好ましくは先にも述べたように、反射鏡を縦方向に二段階以上に並べることにより、平面上では反射鏡が実質的に全ての面を覆った形となるため、光取り出し効率はさらに向上する。また、レーザ素子の場合には、第1の反射鏡100若しくは第2の反射鏡101が半導体層内部にあり、活性層との距離が近い一方の共振器として作用するため、窒化物半導体で面発光レーザ素子が実現できる。

【0017】

【実施例】【実施例1】図2は実施例1に係るLED素子の構造を示す模式断面図である。以下この図を元に、実施例1を説明する。まず、サファイアよりなる異種基板1の上にMOVPE法を用いて、第1の窒化物半導体層2を成長させる。第1の窒化物半導体層2は異種基板側から順に、500℃で成長されたGaNよりなるバッファ層と、バッファ層の上に1050℃で成長されたGaNからなる。

【0018】次に反応容器からウェーハを取り出し、CVD装置により、第1の窒化物半導体層2の全面に、SiO₂とSiNよりなる誘電体多層膜を単一膜厚がλ/4nとなるように、交互に複数形成し、誘電体多層膜を形成する。

【0019】誘電体多層膜形成後、その誘電体多層膜の上の所定の位置にマスクを形成して、その誘電体多層膜を選択エッチングして、ストライプ幅10μm、ストライプ間隔(窓部)2μmとし、第1の反射鏡100とする。このような第1の反射鏡100を誘電体多層膜で形成する際、最初に第1の窒化物半導体層の全面に誘電体多層膜を形成し、その後誘電体多層膜を選択エッチングして、所定の形状とする技術は、窒化物半導体層の上の所定の位置にマスクを形成して、その上から誘電体多層膜を形成して、その後リフトオフ法により、マスクを除去して誘電体多層膜のみを残す方法に比べて、均一な膜厚で誘電体多層膜が形成しやすい。また、窓部の窒化物半導体層表面もエッチングされるため、表面に現れているエッチピット、結晶欠陥等を観察しやすい。この手法の利点は、第2の反射鏡101の場合も同様である。

6

【0020】次に第1の反射鏡100を形成した後、ウェーハをMOVPE反応容器内に戻し、1050℃でアンドープGaNよりなる第2の窒化物半導体層3を20μmの膜厚で成長させる。

【0021】第2の窒化物半導体層3成長後、ウェーハを反応容器から取り出し、再度CVD装置にて、第2の窒化物半導体層3の全面にSiO₂とSiNよりなる誘電体多層膜を形成した後、選択エッチングより、ストライプ幅10μm、窓部2μmとし、第2の反射鏡102とする。但し第2の反射鏡101の形成位置は、図2に示すように、第1の反射鏡100と第2の反射鏡101のストライプが平行になるように形成して、平面から見て、第1の反射鏡100の窓部が塞がるようにする。

【0022】次に、ウェーハを反応容器内に戻し、1050℃でアンドープGaNよりなる第3の窒化物半導体層4を20μmの膜厚で成長させる。

【0023】続いて、1050℃でSiドープしたn型GaNよりなるn側コンタクト層11を4μm成長させ、その上にSi濃度がn側コンタクト層よりも少ないGaNよりなるn側クラッド層12を0.1μm成長させる。

【0024】次に800℃で、膜厚30オングストロームの単一量子井戸構造を有するアンドープIn_{0.1}Ga_{0.9}Nよりなる活性層13を成長させ、その上に1050℃でMgドープp型Al_{0.1}Ga_{0.9}Nよりなるp側クラッド層14を0.1μm成長させ、最後に、Mgドープp型GaNよりなるp側コンタクト層15を0.5μm成長させる。

【0025】反応終了後、ウェーハを反応容器から取り出し、窒素雰囲気中700℃でアニーリングを行い、p型層をさらに低抵抗化した後、図2に示すようにp側コンタクト層15側からエッチングを行い、n側コンタクト層11の表面を露出させる。その後、最上層のp側コンタクト層の表面のほぼ全面に透光性のオーミック用のp電極16を形成し、その上にボンディング用のpパッド電極17を形成する。一方、先ほど露出させたn側コンタクト層18の表面には、W/AIよりなるn電極18を形成する。

【0026】最後に、サファイア基板を研磨して薄くした後、350μm角のチップに分離して青色LED素子としたところ、反射鏡を設けない従来のLED素子と比較して、出力で50%以上向上し、素子寿命で数倍以上に向上した。また逆方向の耐圧も従来のものに比較して、50%以上向上した。これは第2、第3の窒化物半導体が基板となっているために、素子自体の結晶欠陥が少なくなり、逆方向の耐圧、素子寿命が向上したものと推察できる。

【0027】【実施例2】図3は本発明の実施例2に係るLED素子の構造を示す模式断面図であり、具体的には面発光レーザ素子の構造を示している。以下この図を元

10

20

30

40

50

7

に、実施例2を説明する。

【0028】実施例1と同様にして、サファイアよりなる異種基板1の上に、Ga_{0.95}Nバッファ層、アンドープGa_{0.95}Nよりなる第1の窒化物半導体層2、誘電体多層膜より成るストライプ状の第1の反射鏡100、アンドープGa_{0.95}Nよりなる第2の窒化物半導体層3、誘電体多層膜より成るストライプ状の第2の反射鏡101、アンドープGa_{0.95}Nよりなる第3の窒化物半導体層4を順に積層させる。

【0029】続いて、Siドープn型Ga_{0.95}Nよりなるn側コンタクト層21を4 μ m成長させた後、膜厚25 μ mのAl_{0.15}Ga_{0.85}N層と、膜厚25 μ mのSiドープGa_{0.95}N層とを交互に積層して、総膜厚0.4 μ mの超格子より成るn側クラッド層22を成長させる。

【0030】次に、40 μ mのAl_{0.01}Ga_{0.99}Nよりなる障壁層と40 μ mのAl_{0.2}Ga_{0.8}Nよりなる井戸層とを交互に積層し、最後に障壁層で終わり、総膜厚440 μ mの多重量子井戸構造(MQW)の活性層23を成長させる。

【0031】次に、25 μ mのAl_{0.15}Ga_{0.85}N層と、25 μ mのMgドープGa_{0.95}N層とを交互に積層して、総膜厚0.4 μ mの超格子層よりなるp側クラッド層24を成長させる。

【0032】p側クラッド層成長後、ウェーハを反応容器から取り出し、円形を有するSiO₂よりなる保護膜をそのp側クラッド層の表面に形成する。但し、そのマスクの位置は前記第2の反射鏡101よりも小さく、その反射鏡の真上になるように形成する。

【0033】保護膜形成後、再度、ウェーハを反応容器内に移し、その保護膜が形成されていないp側クラッド層24の表面にSiドープn型Al_{0.1}Ga_{0.9}Nよりなる電流阻止層26を0.4 μ mの膜厚で形成する。なおこの電流阻止層はZn、Cdのようなp型不純物をドーピングしてもp型になりにくいp型不純物をドーピングして、高抵抗なi型の窒化物半導体層としてもよいし、またAl混晶比をクラッド層よりも大きくして高抵抗なi型AlGa_{0.95}Nを形成することもできる。

【0034】電流阻止層26形成後、ウェーハを反応容器から取り出し、保護膜を溶解除去した後、再び反応容器内において、その電流阻止層26の上にMgドープp型Ga_{0.95}Nよりなるp側コンタクト層25を成長させる。

【0035】反応終了後、アニーリングを行いp層をさらに低抵抗化し、実施例1と同じく、エッチングによりn側コンタクト層22の一部を露出させ、露出したn側コンタクト層22にn電極28を形成する一方、p側コンタクト層の表面にp電極27を形成した後、ウェーハをチップに分離して図3に示すような構造のレーザ素子としたところ、室温において連続発振を示し、410nm

8

mのレーザ光がサファイア基板側から観測された。

【0036】[実施例3] 図4は本発明の実施例3に係るLD素子の構造を示す模式断面図であり、これもまた面発光レーザ素子の構造を示している。以下この図を元に、実施例3を説明する。

【0037】実施例1において、サファイアよりなる異種基板1の上に、Ga_{0.95}Nバッファ層、アンドープGa_{0.95}Nよりなる第1の窒化物半導体層2、誘電体多層膜より成るストライプ状の第1の反射鏡100を形成した後、第2の窒化物半導体層3を成長させる際に、Siを $5 \times 10^{16} / \text{cm}^3$ ドープしたGa_{0.95}Nを60 μ mの膜厚で成長させる。この第2の窒化物半導体層の膜厚を60 μ m以上にするのは、後に異種基板を除去して、第2の窒化物半導体層を基板とするためである。60 μ mよりも薄いと、異種基板除去中に第2の窒化物半導体層が割れて、素子作製が難しくなる傾向にある。さらにn型不純物を少量ドーピングするのは、異種基板を除去した後に、露出される第2の窒化物半導体層3、そのものをコンタクト層とするからである。さらに基板となる第2の窒化物半導体層、第3の窒化物半導体層にn型不純物をドーピングする場合、先にも述べたように $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 以下とすることが望ましい。それよりも多くすると窒化物半導体層中の結晶欠陥の数が増えて、結晶性の良い基板となりにくいからである。

【0038】第2の窒化物半導体層3成長後、実施例1と同様にして、第2の反射鏡101を形成する。第2の反射鏡形成後、アンドープGa_{0.95}Nよりなる第3の窒化物半導体層4を15 μ m成長させる。

【0039】次にSiをドーピングしたAl_{0.05}Ga_{0.95}Nより成るクラック防止層20を0.15 μ mの膜厚で成長させる。クラック防止層20はInを含む窒化物半導体とすることにより、この層が緩衝層となり、後に成長させるAlを含む窒化物半導体層にクラックが入りにくくなる。なお、このクラック防止層は実施例2のレーザ素子に入れても良いことは言うまでもない。

【0040】あとは実施例2と同様にして、超格子よりなるn側クラッド層22、MQWの活性層23、超格子よりなるp側クラッド層24、電流阻止層26、p側コンタクト層25を積層する。

【0041】反応終了後、アニーリングを行いp層をさらに低抵抗化した後、サファイア側から研磨して、異種基板1、第1の窒化物半導体層2、第1の反射鏡101を除去する。その後、露出させた第2の窒化物半導体層2の表面にリング状のn電極を設けた後、ウェーハをチップ状に分離して、図4に示すような構造のレーザ素子としたところ、室温において連続発振を示し、同じく410nmのレーザ光が第2の窒化物半導体層3側から観測された。なおn電極28を形成する際に、電極接触面のオーミックコンタクトを良くするために、イオンインプランテーション等の技術を用いて、第2の窒化物半導

9

体層の表面に n 型不純物を高濃度にドーピングしても良い。

【 0 0 4 2 】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の発光素子では、反射鏡の窓部から成長されて、反射鏡の表面で横方向に成長された窒化物半導体層の結晶欠陥が非常に少なくなるために、その基板の上に成長させる活性層を含む複数の窒化物半導体層の結晶欠陥が少なくなり、素子の信頼性が向上する。また、反射鏡が活性層の発光を数十 μm 以下という近い距離において、活性層側に反射させるので、発光素子の光取り出し効率が向上する。そのため、この反射鏡を積極的に利用すれば、面発光レーザー素子が実現できる。

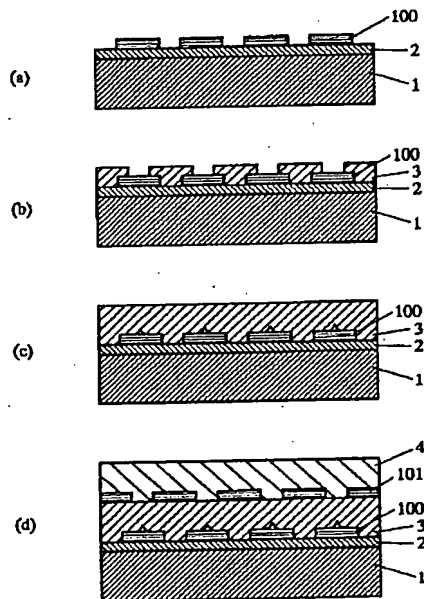
【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の発光素子を製造する際の各工程を説明するためのウェーハの構造をそれぞれ部分的に示す模式断面図。

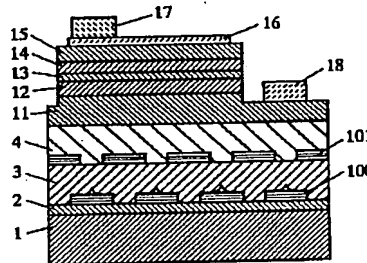
【図 2】 実施例 1 の発光素子の構造を示す模式断面図。

【図 3】 実施例 2 の発光素子の構造を示す模式断面図。

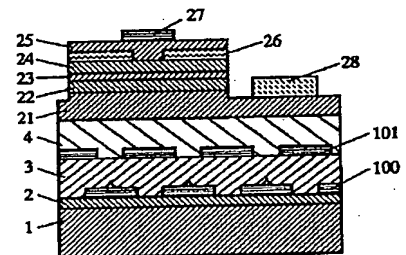
【図 1】



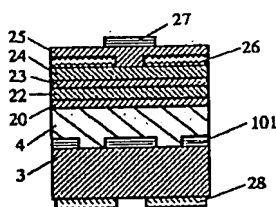
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

【図 4】 実施例 3 の発光素子の構造を示す模式断面図。

【符号の説明】

- 1 . . . 異種基板
- 2 . . . 第 1 の窒化物半導体層
- 3 . . . 第 2 の窒化物半導体層
- 4 . . . 第 3 の窒化物半導体層
- 1 1, 2 1 . . . n 側コンタクト層
- 1 2, 2 2 . . . n 側クラッド層
- 1 3, 2 3 . . . 活性層
- 1 4, 2 4 . . . p 側クラッド層
- 1 5, 2 5 . . . p 側コンタクト層
- 2 0 . . . クラック防止層
- 2 6 . . . 電流阻止層
- 1 6, 2 7 . . . p 電極
- 1 7 . . . p パッド電極
- 1 8, 2 8 . . . n 電極
- 1 0 0 . . . 第 1 の反射鏡
- 1 0 1 . . . 第 2 の反射鏡

20